দশম অধ্যায়

খনিজ সম্পদ ধাতু–অধাতু

বাংলাদেশের নেত্রকোনা জেলার দুর্গাপুর উপজেলার বিজয়পুর, গোপালপুর অন্যতম পর্যটন কেন্দ্র। এখানে নয়নাভিরাম লেকের পাশে সাদা মাটির পাহাড় দেখা যায়। কেওলিন বা অ্যালুমিনিয়াম সমৃদ্ধ এই মাটি সিরামিক কারখানায় ব্যবহৃত হয়। শুরুতে চীন দেশের লোকেরা এই রকম মাটি ব্যবহার করতো বলে এই মাটিকে চীনা মাটি বা চায়না ক্লে বলা হয়। সচরাচর কালো বা ধূসর এবং লাল মাটি দেখা যায়। প্রতি ক্ষেত্রে মাটির বৈশিষ্ট্য ভিন্ন ভিন্ন। এই ভিন্নতার কারণ মাটিতে বিভিন্ন খনিজের উপস্থিতি।



বিজয়পুরের সাদা মাটির পাহাড়

এই অধ্যায়ের পাঠ শেষে আমরা–

(১) খনিজ সম্পদের ধারণা বর্ণনা করতে পারব।

(২) শিলা, খনিজ ও আকরিকের মধ্যে তুলনা করতে পারব।

(৩) ধাতুসমূহ নিষ্কাশনের উপযুক্ত উপায় নির্ধারণ করতে পারব।

(৪) ধাতুসংকর তৈরির কারণ ব্যাখ্যা করতে পারব।

(৫) সালফারের উৎস এবং এদের কতিপয় প্রয়োজনীয় যৌগ প্রস্তুতের বিক্রিয়া, রাসায়নিক ধর্মের বর্ণনা এবং গৃহে, শিল্পে ও কৃষিক্ষেত্রে তা ব্যবহারের গুরুত্ব বিশ্লেষণ করতে পারব।

(৬) খনিজ দ্রব্যের সসীমতা, যথাযথ ব্যবহার ও পুনঃব্যবহারের গুরুত্ব বিশ্লেষণ করতে পারব।

(৭) খনিজ দ্রব্যের ব্যবহারে সতর্কতা এবং সংরক্ষণে আগ্রহ প্রদর্শন করব।

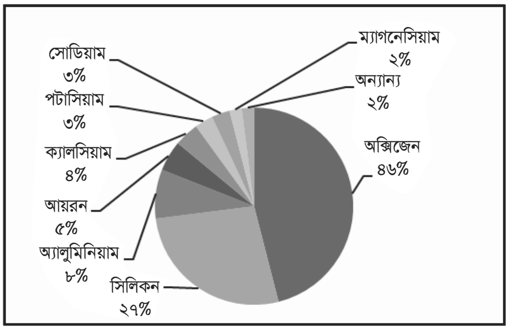
১০.১ খনিজ সম্পদ

পৃথিবীর উপরিভাগের মাটির আবরণ হলো ভূত্বক। ভূত্বকে উপস্থিত গুরুত্বপূর্ণ মৌলসমূহের শতকরা হার পাই চার্টে উপস্থাপন করা হলো। চার্টটি পর্যালোচনা করে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দেওয়ার চেষ্টা কর।

কোন দুইটি মৌল ভূত্বকের প্রধান উপাদান?

ভূত্বকের প্রধান উপাদান দুইটি ধাতু না অধাতু?

অ্যালুমিনিয়াম, আয়রন, ক্যালসিয়াম, পটাসিয়াম, সোডিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম ধাতুকে প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া সম্ভব কি না? উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও? [ধাতুসমূহের রাসায়নিক সক্রিয়তা বিবেচনা করবে।]



চিত্র ১০.১ : ভূত্বকের প্রধান প্রধান উপাদান

সোডিয়াম ও ক্যালসিয়ামের যৌগের নাম ও সংকেত লেখ, যাদের প্রকৃতিতে পাওয়া যায়।

বালি (কোয়ার্টজ; সিলিকন ডাই অক্সাইড, SiO_2), খাবার লবণ (সোডিয়াম ক্লোরাইড ; NaCl) , চুনাপাথর (ক্যালসিয়াম কার্বনেট; $CaCO_3$)। প্রকৃতিতে সক্রিয় ধাতুসমূহের যৌগ প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। অপরপক্ষে কম সক্রিয় ধাতুর যৌগ খুব কম পাওয়া যায়। ফলে কম সক্রিয় ধাতু যেমন, সিলভার (Ag), কপার (Cu) , জিংক (Zn) , টিন (Sn) এবং লেড (Pb) ইত্যাদি মূল্যবান। নিষ্ক্রিয় ধাতু যেমন স্বর্ণকে (Au) প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া গেলেও তা প্রায় বিরল। এ জন্য স্বর্ণ অত্যন্ত মূল্যবান। প্রকৃতিতে পাওয়া যায় এমন 92 টি মৌলের চার ভাগের তিন ভাগই ধাতু। ধাতুর কতগুলো চমৎকার বৈশিষ্ট্য আছে। যে জন্য ধাতুর ব্যবহার এত ব্যাপক। ধাতুর বৈশিষ্ট্যসমূহ হলো–

- ক. ঘাতসহনীয়তা (ধাতুকে পিটিয়ে যে কোন আকার দেয়া যায়)
- খ. নমনীয়তা (ধাতুকে পিটিয়ে সরু তারে পরিণত করা যায়)
- গ. উজ্জ্বলতা (ধাতুর বিশেষ দ্যুতি আছে। এরা আলোক বিচ্ছুরণ করে)
- ঘ. পরিবাহিতা (ধাতুসমূহ তাপ ও বিদ্যুৎ সু–পরিবাহী)
- ঙ. ধাতব শব্দ (আঘাতে ধাতু টুন টুন শব্দ করে)
- চ. গলনাংক ও স্ফুটনাংক (ধাতু উচ্চ গলনাংক ও স্ফুটনাংক বিশিষ্ট)
- ছ. ঘনত্ব (ধাতুসমূহের ঘনত্ব আধাতুর তুলনায় বেশি)।

প্রকৃতিতে ধাতুর মত অধাতুসমূহও যৌগ হিসেবে অবস্থান করে। তবে কোনো কোনো অধাতু যেমন, সালফার মুক্ত মৌল হিসেবে পাওয়া যায়।

১০.২ শিলা (Rock)

অধিকাংশ শিলা কতগুলো শক্ত কণার মিশ্রণে সৃষ্টি হয়েছে। বিভিন্ন খনিজ পদার্থ মিশ্রিত হয়ে এই কণাগুলো তৈরি হয়েছে। শিলা সবসময় এক রকম থাকে না। আবহাওয়ার সাথে সাথে অর্থাৎ তাপমাত্রা, বৃষ্টি, কুয়াশা, ঝড়, বায়ু প্রবাহ ইত্যাদির কারণে শিলা ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। চুনাপাথর (ক্যালসিয়াম কার্বনেট) বৃষ্টির পানিতে ধুয়ে সাগরে যায়। সেখানে তলানি জমে চুনা পাথর ও বেলে পাথর সৃষ্টি হয়। তলানি বিভিন্ন স্তরে জমা হয়। এজন্য শিলাতে বিভিন্ন স্তর দেখা

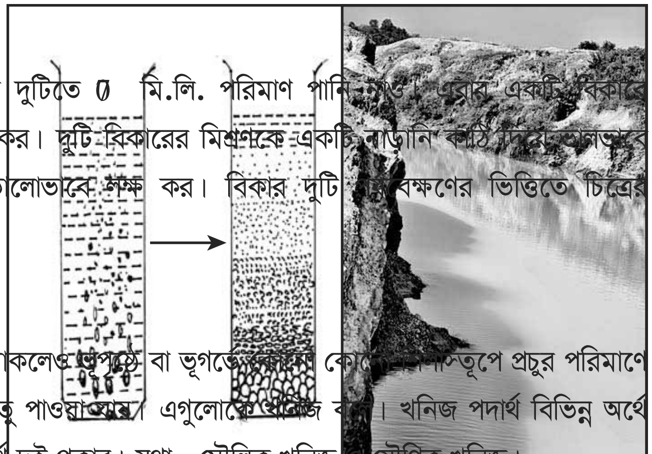
যায়। টিলা বা পর্বত ছড়াতেও তুমি বিভিন্ন স্তর দেখতে পাবে। সিমেন্ট জাতীয় পদার্থ ক্যালসিয়াম কার্বনেট ক্ষুদ্র কণাগুলোকে শক্ত করে ধরে রেখে পাথর বা শিলায় পরিণত করে। এই শিলা পাললিক শিলা। মৃত সামুদ্রিক প্রবাল বা ঝিনুক–শামুকের খোসা তলানিতে জমে চুনাপাথরে পরিণত হয়। কোনো কোনো শিলা ভূগর্ভের অনেক গভীরে থাকে। ভূগর্ভের উচ্চ তাপে শিলা গলে যায়। এই গলিত অবস্থাকে ম্যাগমা বলে। ম্যাগমা ঠান্ডা হলে পুনরায় কঠিন শিলায় পরিণত হয়। এই শিলাকে আগ্নেয় শিলা বলে। এই শিলাগুলোতে অনেক সময় মূল্যবান খনিজ সম্পদ পাওয়া যায়। আবার কখনো তা কেবলই বেলে পাথর।

১০.৩ দ্রবীভূত তলানির স্তর সৃষ্টির পরীক্ষা

দুইটি 100 মি.লি. আয়তনের বিকার নাও। বিকার দুটিতে 50 মি.লি. পরিমাণ পানি নাও। এবার একটি বিকারে পরিষ্কার বালি এবং অপরটিতে এক মুঠি মাটি যোগ কর। দুটি বিকারের মিশ্রণকে একটি নাড়ানি কাঠি দিয়ে ভালভাবে মিশিয়ে দাও। নাড়ানো বন্ধ করে বিকার দুটো ভালোভাবে লক্ষ কর। বিকার দুটি পর্যবেক্ষণের ভিত্তিতে চিত্রের পাহাড়টির গঠন ব্যাখ্যা কর।

১০.৪ খনিজ (Mineral)

মূল্যবান ধাতু ও অধাতুসমূহ পৃথিবীর সর্বত্র বিরাজিত থাকলেও ভূপৃষ্ঠে বা ভূগর্ভে কোনো কোনো স্থানে স্তূপে প্রচুর পরিমাণে যৌগ অথবা মুক্ত মৌল হিসেবে মূল্যবান ধাতু বা অধাতু পাওয়া যায়। এগুলোকে খনিজ বলে। খনিজ পদার্থ বিভিন্ন অর্থে বিভিন্ন প্রকারের। মৌল ও যৌগ বিবেচনায় খনিজ পদার্থ দুই প্রকার। যথা : মৌলিক খনিজ ও যৌগিক খনিজ।



চিত্র ১০.২ : শিলা গঠনের পরীক্ষা   স্তরে স্তরে বিন্যস্ত চীনা মাটির পাহাড়

মৌলিক খনিজ : স্বর্ণ, হীরা, গন্ধক, ইত্যাদি পদার্থকে প্রকৃতিতে মৌলিক পদার্থ রূপে পাওয়া যায়। এ জন্য এগুলো মৌলিক খনিজ।

যৌগিক খনিজ : মৌলিক খনিজ বাদ দিলে বাকি সকল খনিজ যৌগিক খনিজ। এদেরকে যৌগ হিসেবে পাওয়া যায়।

ভৌত অবস্থা বিবেচনায় খনিজ তিন প্রকার। যথা, ১. কঠিন খনিজ, ২. তরল খনিজ ও ৩. গ্যাসীয় খনিজ।

কঠিন খনিজ : কঠিন অবস্থায় পাওয়া যায়। যেমন, ম্যাগনেটাইট , বক্সাইট , সালফার বা গন্ধক ইত্যাদি

তরল খনিজ : মার্কারি বা পারদ , পেট্রোলিয়াম

গ্যাসীয় খনিজ : প্রাকৃতিক গ্যাস।

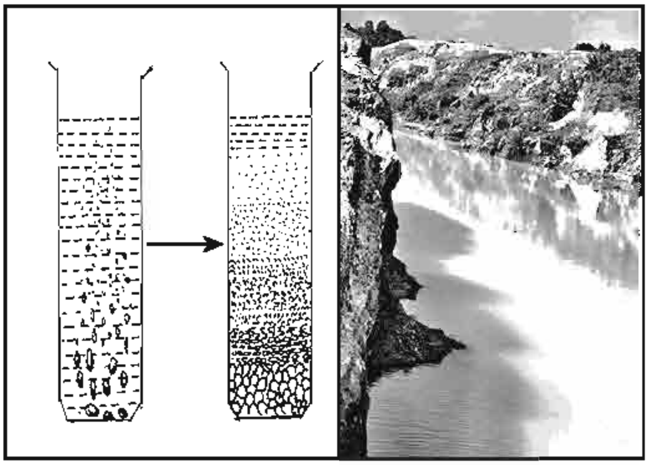
১০.৫ খনিজ সম্পদের অবস্থান (Position of mineral resources)

পূর্বে ভূগর্ভকে খনিজ পদার্থের উৎস হিসেবে কল্পনা করা হতো। কিন্তু এ ধারণাকে আর সঠিক বলা যাচ্ছে না। নেত্রকোনার বিজয় পুরের সাদা মাটি বা কেওলিন ভূপৃষ্ঠে টিলা রূপে বিদ্যমান। কক্সবাজার সমুদ্র উপকূলের বালি থেকে জিরকন–জিরকোনিয়ামের আকরিক, রুটাইল–টাইটানিয়ামের আকরিক এবং মোনাজাইট–থোরিয়ামের আকরিক ইত্যাদি মূল্যবান খনিজ আহরণ করা হয়। লোহা বা আয়রনের খনিজ–হেমাটাইট, অ্যালুমিনিয়ামের খনিজ–বক্সাইট বা কয়লার মতো খনিজ ভূত্বকে পাওয়া যায়। আবার অনেক খনিজ আহরণের জন্য গর্ত খুঁড়ে ভূত্বকের অনেক গভীরে যেতে হয়।

যায়। টিলা বা পর্বত ছড়াতেও তুমি বিভিন্ন স্তর দেখতে পাবে। সিমেন্ট জাতীয় পদার্থ ক্যালসিয়াম কার্বনেট ক্ষুদ্র কণাগুলোকে শক্ত করে ধরে রেখে পাথর বা শিলায় পরিণত করে। এই শিলা পাললিক শিলা। মৃত সামুদ্রিক প্রবাল বা ঝিনুক–শামুকের খোসা তলানিতে জমে চুনাপাথরে পরিণত হয়। কোনো কোনো শিলা ভূগর্ভের অনেক গভীরে থাকে। ভূগর্ভের উচ্চ তাপে শিলা গলে যায়। এই গলিত অবস্থাকে ম্যাগমা বলে। ম্যাগমা ঠাণ্ডা হলে পুনরায় কঠিন শিলায় পরিণত হয়। এই শিলাকে আগ্নেয় শিলা বলে। এই শিলাগুলোতে অনেক সময় মূল্যবান খনিজ সম্পদ পাওয়া যায়। আবার কখনো তা কেবলই বেলে পাথর।

১০.৩ দ্রবীভূত তলানির স্তর সৃষ্টির পরীক্ষা

দুইটি 100 মি.লি. আয়তনের বিকার নাও। বিকার দুটিতে 70 মি.লি. পরিমাণ পানি নাও। এবার একটি বিকারে পরিষ্কার বালি এবং অপরটিতে এক মুঠি মাটি যোগ কর। দুটি বিকারের মিশ্রণকে একটি নাড়ানি কাঠি দিয়ে ভালভাবে মিশিয়ে দাও। নাড়ানো বন্ধ করে বিকার দুটো ভালোভাবে লক্ষ কর। বিকার দুটি পর্যবেক্ষণের ভিত্তিতে চিত্রের পাহাড়টির গঠন ব্যাখ্যা কর।



চিত্র ১০.২ : শিলা গঠনের পরীক্ষা স্তরে স্তরে বিন্যস্ত চীনা মাটির পাহাড়

১০.৪ খনিজ (Mineral)

মূল্যবান ধাতু ও অধাতুসমূহ পৃথিবীর সর্বত্র বিরাজিত থাকলেও ভূপৃষ্ঠে বা ভূগর্ভে কোনো কোনো শিলাস্তূপে প্রচুর পরিমাণে যৌগ অথবা মুক্ত মৌল হিসেবে মূল্যবান ধাতু বা অধাতু পাওয়া যায়। এগুলোকে খনিজ বলে। খনিজ পদার্থ বিভিন্ন অর্থে বিভিন্ন প্রকারের। মৌল ও যৌগ বিবেচনায় খনিজ পদার্থ দুই প্রকার। যথা : মৌলিক খনিজ ও যৌগিক খনিজ।

মৌলিক খনিজ : স্বর্ণ, হীরা, গন্ধক, ইত্যাদি পদার্থকে প্রকৃতিতে মৌলিক পদার্থ রূপে পাওয়া যায়। এ জন্য এগুলো মৌলিক খনিজ।

যৌগিক খনিজ : মৌলিক খনিজ বাদ দিলে বাকি সকল খনিজ যৌগিক খনিজ। এদেরকে যৌগ হিসেবে পাওয়া যায়।

ভৌত অবস্থা বিবেচনায় খনিজ তিন প্রকার। যথা, ১. কঠিন খনিজ, ২. তরল খনিজ ও ৩. গ্যাসীয় খনিজ।

কঠিন খনিজ : কঠিন অবস্থায় পাওয়া যায়। যেমন, ম্যাগনেটাইট , বক্সাইট , সালফার বা গন্ধক ইত্যাদি

তরল খনিজ : মার্কারি বা পারদ , পেট্রোলিয়াম

গ্যাসীয় খনিজ : প্রাকৃতিক গ্যাস।

১০.৫ খনিজ সম্পদের অবস্থান (Position of mineral resources)

পূর্বে ভূগর্ভকে খনিজ পদার্থের উৎস হিসেবে কল্পনা করা হতো। কিন্তু এ ধারণাকে আর সঠিক বলা যাচ্ছে না। নেত্রকোনার বিজয় পুরের সাদা মাটি বা কেওলিন ভূপৃষ্ঠে টিলা রূপে বিদ্যমান। কক্সবাজার সমুদ্র উপকূলের বালি থেকে জিরকন–জিরকোনিয়ামের আকরিক, রুটাইল–টাইটানিয়ামের আকরিক এবং মোনাজাইট–থোরিয়ামের আকরিক ইত্যাদি মূল্যবান খনিজ আহরণ করা হয়। লোহা বা আয়রনের খনিজ–হেমাটাইট, অ্যালুমিনিয়ামের খনিজ–বক্সাইট বা কয়লার মতো খনিজ ভূত্বকে পাওয়া যায়। আবার অনেক খনিজ আহরণের জন্য গর্ত খুঁড়ে ভূত্বকের অনেক গভীরে যেতে হয়।

তেল ফেনা ভাসমান প্রণালীর পরীক্ষা :

উপকরণ:

- বালি
- কেরোসিন
- স্পেচুলা
- তরল/গুঁড়া সাবান
- ওয়াচ গ্লাস
- ছিপিসহ একটি বড় টেস্টটিউব
- চেলকোপাইরাইট, গ্যালেনা বা হেমাটাইট আকরিক গুঁড়ো



চিত্র ১০.৫ : তেল ফেনা ভাসমান প্রণালী

পদ্ধতি

১. এক স্পেচুলা খনিজ গুঁড়োর সাথে সমপরিমাণ বালি মেশাও। মিশ্রণটিকে বড় টেস্টটিউবে নিয়ে পানি দিয়ে অর্ধেক পূর্ণ কর।

২. টেস্টটিউবের মুখে ছিপি লাগিয়ে ঝাঁকাও। বালি এবং খনিজ কি পৃথক হয়েছে?

৩. টেস্টটিউবে একটু তরল/গুঁড়া সাবান এবং কয়েকফোঁটা কেরোসিন যোগ কর।

৪. টেস্টটিউবের মুখে ছিপি লাগিয়ে পুনরায় ভালো করে ঝাঁকাও।

৫. স্পেচুলা দিয়ে কিছুটা ফেনা ওয়াচ গ্লাসে নিয়ে পরীক্ষা কর এতে খনিজ আছে কি না?

বালি তলানিতে পড়ে থাকে কিন্তু খনিজ টেস্ট টিউবের উপরের অংশে ভাসমান থাকে।

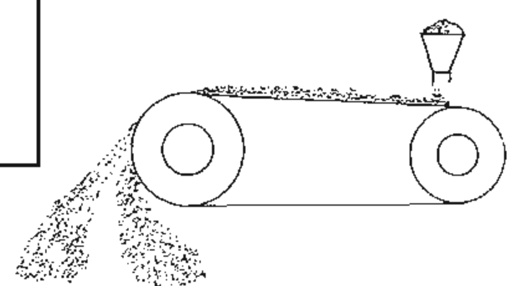
মন্তব্য কর

কীভাবে ওয়াচ গ্লাসে ফেনা থেকে শুষ্ক আকরিক পাওয়া যাবে?

আকরিকের সাথে মিশ্রিত বালির কোনো পরিবর্তন হবে কি?

কীভাবে করলে পরীক্ষাটি আরো ভালো ভাবে সম্পন্ন করা যাবে?

গ. চৌম্বকীয় পৃথকীকরণ : আকরিক বা খনিজমলের কোনো একটির যদি চৌম্বক ধর্ম থাকে তাহলে এই পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। এতে একটি প্লাস্টিকের তৈরি বেল্টের উপর দিয়ে চূর্ণিকৃত আকরিক চালনা করা হয়। বেল্টের বাহিরের দিকের চাকতিটি চৌম্বক ধর্ম বিশিষ্ট। ক্রোমাইট; $FeO.Cr_2O_3$,



চিত্র ১০.৬ : চৌম্বকীয় পৃথকীকরণ

উলফ্রামাইট; $FeWO_4$, রুটাইল; TiO_2 ইত্যাদি চৌম্বক ধর্ম বিশিষ্ট আকরিক।

ঘ. রাসায়নিক পদ্ধতি : আকরিকের বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে এ পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়। এ পদ্ধতিতে একটি উপযুক্ত বিকারকে আকরিকের কাঙ্ক্ষিত উপাদানকে দ্রবীভূত করা হয়। দ্রবণকে ছেঁকে নিয়ে খনিজমল পৃথক করা হয়। অতঃপর দ্রবণ থেকে উপযুক্ত পদ্ধতিতে ঘনীকৃত আকরিক সংগ্রহ করা হয়। যেমন, অ্যালুমিনিয়ামের আকরিক বক্সাইটের সাথে আয়রন অক্সাইড টাইটানিয়াম অক্সাইড, বালি ইত্যাদি মিশ্রিত থাকে। বক্সাইটকে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ যোগে 1500-2000°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হলে বক্সাইট দ্রবীভূত হয় এবং আয়রন অক্সাইড টাইটানিয়াম অক্সাইড, বালি ইত্যাদি দ্রবীভূত হয় না। দ্রবণটি ছেঁকে খনিজমল বাদ দেওয়া হয়।

$$Al_2O_3 + 6NaOH \xrightarrow{\Delta} 2Na_3AlO_3 + 3H_2O$$

পরিশ্রুতকে পানি যোগে উত্তপ্ত করলে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। উচ্চ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অ্যালুমিনায় রূপান্তরিত হয়।

$$Na_3AlO_3 + 3H_2O \xrightarrow{\Delta} Al(OH)_3 + 3NaOH$$

$$2Al(OH)_3 \xrightarrow{\Delta} Al_2O_3 + 3H_2O$$

৩. ঘনীকৃত আকরিককে অক্সাইডে রূপান্তর

ক. ভস্মীকরণ: ঘনীকৃত আকরিককে গলনাংকের চেয়ে কম তাপমাত্রয়ায় বায়ুর অনুপস্থিতিতে উত্তপ্ত করা হয়। এর ফলে আকরিক থেকে জৈব উপাদান ও জলীয়বাষ্প দূরীভূত হয়। এ প্রক্রিয়ায় ধাতুর আর্দ্রঅক্সাইড বা কার্বনেট, ধাতব অক্সাইডে পরিণত হয়।

$$CaCO_3 \text{ (চুনা পাথর)} \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2$$

$$Al_2O_3.2H_2O \text{ (বক্সাইট)} \xrightarrow{\Delta} Al_2O_3 + 2H_2O$$

$$2Fe_2O_3.3H_2O \text{ (হেমাটাইট)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_3 + 3H_2O$$

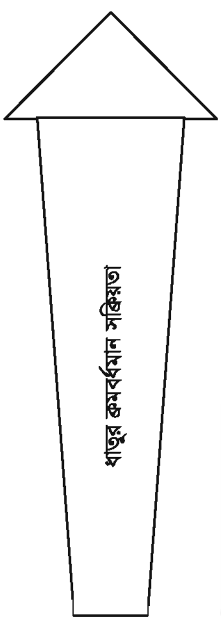
খ. তাপজারণ : সাধারণত সালফাইড আকরিকের তাপজারণ করা হয়। সালফাইড আকরিককে বায়ু প্রবাহের উপস্থিতিতে গলনাংক তাপমাত্রার নিম্ন তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। খনিজমল যেমন, সালফার, আর্সেনিক, ফসফরাস ইত্যাদি উদ্বায়ী অক্সাইড রূপে দূরীভূত হয়।

$$2ZnS \text{ (হেমাটাইট)} + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2ZnO + 2SO_2$$

$$2PbS \text{ (হেমাটাইট)} + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2PbO + 2SO_2$$

(**সাবধানতা:** উৎপন্ন সালফার ডাইঅক্সাইড ও জলীয়বাষ্পের সাথে বিক্রিয়া করে এসিডে পরিণত হয়ে এসিড বৃষ্টির সৃষ্টি করতে পারে।)

টেবিল : ধাতুর রাসায়নিক সক্রিয়তা এবং ধাতব আয়ন থেকে ধাতু উৎপাদন কৌশল।



ধাতু	ধাতব আয়ন	ধাতু উৎপাদন কৌশল
লিথিয়াম	Li^+	গলিত আকরিক বা লবণের তড়িৎবিশ্লেষণ
পটাসিয়াম	K^+	
ক্যালসিয়াম	Ca^{2+}	
সোডিয়াম	Na^+	
ম্যাগনেসিয়াম	Mg^{2+}	
অ্যালুমিনিয়াম	Al^{3+}	
ম্যাঙ্গানিজ	Mn^{2+}	কোক কয়লা বা কার্বন মনোক্সাইডের সাহায্যে বিজারণ
জিংক	Zn^{2+}	
ক্রোমিয়াম	Cr^{2+}, Cr^{3+}	
আয়রন বা লোহা	Fe^{2+}, Fe^{3+}	
লেড বা সিসা	Pb^{2+}	মৌল হিসেবে পাওয়া যায় অথবা সালফাইড বা কার্বনেট আকরিকের তাপজারণ
কপার বা তামা	Cu^{2+}	
সিলভার বা রুপা	Ag^+	
মার্কারি বা পারদ	Hg^{2+}	
প্লাটিনাম	Pt^{2+}	
গোল্ড বা স্বর্ণ	Au^+	

৪. ধাতব অক্সাইডকে মুক্ত ধাতুতে রূপান্তর

হাজার বছর আগের মানুষ রাসায়নিক বিক্রিয়ার ধারণা ছাড়াই ধাতু আহরণ করতে সক্ষম হয়েছিল। আকস্মিকভাবে মানুষ ধাতু পেয়ে গিয়েছিল। ধারণা করা হয় আকরিক সমৃদ্ধ কোনো শিলাকে আগুনে নিক্ষেপ করেছিল এবং পরবর্তিতে ধাতু পেয়েছিল। এ কাজে মানুষের দুটি জিনিস প্রয়োজন হয়েছিল। যথা– আগুন ও কয়লা বা কার্বন। জেনে রাখ অনেক ধাতুর আকরিক ধাতব অক্সাইড এবং এই ধাতব অক্সাইডকে কার্বনসহ তাপ দিলে ধাতু মুক্ত হয়, এই প্রক্রিয়াকে কার্বন বিজারণ বলে। কার্বন অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয়ে কার্বন ডাই অক্সাইড গঠন করে।

যেমন,

$M_2O_n + nC \rightarrow 2M + nCO$

$M_2O_n + nCO \rightarrow 2M + nCO_2$ (এখানে n= ধাতুর যোজ্যতা)

যেমন,

$2PbO(s) + C(s) \longrightarrow 2Pb(s) + CO_2(g)$

এ প্রক্রিয়াকে স্মেল্টিং বা আকরিক গলিয়ে ধাতু নিষ্কাশন বলা হয়। এতে আকরিকের ধাতব আয়ন বিজারিত হয়। কারণ, এখানে ধাতুর আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করেছে। সুতরাং ধাতু নিষ্কাশন একটি বিজারণ প্রক্রিয়া। লেড বা সিসা আয়নের বিজারণ বিক্রিয়াটি নিম্নরূপঃ

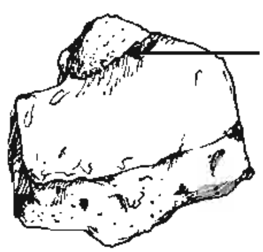
$Pb^{2+} + 2e^- \longrightarrow Pb(s)$

কপার বা তামা, আয়রন বা লোহা, জিংক বা দস্তা, ম্যাঙ্গানিজ এবং ক্রোমিয়াম ধাতুকে এই পদ্ধতিতে নিষ্কাশন করা যায়। এছাড়াও অধিক সক্রিয় ধাতুসমূহের অক্সাইড বা অন্য ধাতব যৌগ থেকে ধাতু মুক্ত করার জন্য তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। তড়িৎ বিশ্লেষণের মূলনীতি: $M_2O_n \rightarrow 2M^{n+} + nO^{2-}$

$MX_n \rightarrow M^{n+} + nX^-$

$M^{n+} + ne^- \rightarrow M$

শিক্ষার্থীর কাজ : লেড বা সিসার অক্সাইড থেকে ধাতব লেড নিষ্কাশন।



চিত্র ১০.৭ : লেডের যৌগ

উপকরণ

- হলুদ বর্ণের লেড অক্সাইড
- এক টুকরা সাদা কাগজ
- বুনসেন বার্ণার/স্পিরিট ল্যাম্প
- দিয়াশলাইয়ের কাঠি

সতর্কতা

লেড, লেড অক্সাইড ও এর বাষ্প বিষাক্ত পদার্থ। একে খালি হাতে স্পর্শ করবে না। এর বাষ্প নিশ্বাসের সাথে টেনে নিবে না।

পদ্ধতি

১. প্রথমে বার্নরের শিখাটি ছোট করে নাও।

২. একটি দিয়াশলাইয়ের কাঠি এমনভাবে পোড়াও যেন বারুদের কোনো অবশেষ না থাকে।

৩. দিয়াশলাইয়ের কাঠির কয়লা হয়ে যাওয়া অংশটি পানিতে ভিজিয়ে একটু লেড অক্সাইড যুক্ত কর।

৪. দিয়াশলাইয়ের কাঠির লেড অক্সাইড যুক্ত মাথাটি বার্নারের আগুনে ধর এবং উজ্জ্বল ধূসর বর্ণের গলিত লেডের ছোট্ট বিন্দু সৃষ্টি হয় কি না তা লক্ষ কর।

৫. দিয়াশলাইয়ের কাঠিটি ঠান্ডা হতে দাও। একে একটি সাদা কাগজের উপরে রেখে লেড কণা খুজে বের কর। প্রয়োজনে একটি আতসি কাচ (লেন্স) ব্যবহার কর। পর্যবেক্ষণে যদি কোনো লেড না পাওয়া যায় তা হলে 2-5 ধাপের কাজগুলো পুনরায় কর।

মন্তব্য কর :

১. দিয়াশলাইয়ের কাঠির পোড়া আংশটি পানিতে ভেজানোর কারণ ব্যাখ্যা কর।

২. এত কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া হয়েছে কি না? তোমার উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও।

৩. সিসা বা লেড মুক্ত করার জন্য প্রয়োজনীয় কার্বন কোথা থেকে এলো?

৪. কথায় ও আণবিক সংকেত ব্যবহার করে বিক্রিয়াটির রাসায়নিক সমীকরণ লিখ।

৫. কপার, আয়রন বা জিংক অক্সাইড নিয়ে পরীক্ষাটি করলে একই রকম ফল পাওয়া যাবে কি না। তোমার উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও।

আকরিকে ধাতব আয়ন ও অ্যানায়নের বন্ধন শক্তির উপর নির্ভর করে ধাতু মুক্ত করতে গলন বা বিজারণ প্রয়োজন হবে। সক্রিয় ধাতুসমূহের ক্ষেত্রে শক্তিশালী বন্ধন বিদ্যমান থাকে। নিষ্ক্রিয় ধাতুগুলো মুক্ত অবস্থায় থাকে ফলে এই ধাতু নিষ্কাশনে বিজারণ প্রয়োজন হয় না। যেমন, Au, Ag ও Pt। এ জন্য প্রাগৈতিহাসিক কাল থেকে স্বর্ণ ও রূপার (সিলভার) ব্যবহার লক্ষ করা যায়। কোনো কোনো ধাতু প্রায় নিষ্ক্রিয় যেগুলোর সালফাইড আকরিকের তাপজারণ করে ধাতু মুক্ত করা যায়। যেমন, তামা । এতে সালফাইড আয়ন জারিত হয়ে সালফার ডাই অক্সাইড এবং কপার আয়ন বিজারিত হয়ে কপার বা তামায় রূপান্তরিত হয়।

$Cu_2S(s)$ (চালকোসাইট) $+ O_2(g) \longrightarrow 2Cu + SO_2$

বিক্রিয়াটি একাধিক ধাপে সম্পন্ন হয়। যেমন,

$Cu_2S(s)$ (চালকোসাইট) $+ O_2(g) \longrightarrow 2Cu_2O + SO_2$

জারণ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন কিউপ্রাস অক্সাইড অজারিত কিউপ্রাস সালফাইডের সাথে বিক্রিয়া করে কপার ধাতু মুক্ত করে। এই প্রক্রিয়াকে স্ববিজারণ বলে।

$$2Cu_2S + 2Cu_2O \longrightarrow 6Cu + SO_2$$

সক্রিয় ধাতুর সালফাইড আকরিকের তাপজারণে ধাতু মুক্ত না হয়ে ধাতুর অক্সাইডে পরিণত হয়।

$$2NiS(s) + 3O_2 \longrightarrow 2NiO(s) + 2SO_2$$

উৎপন্ন ধাতুর অক্সাইডকে কোক কয়লা বা কার্বন মনোক্সাইড সহযোগে বিজারিত করে ধাতু মুক্ত করা হয়।

$$2ZnO(s) + C \longrightarrow 2Zn + CO_2 \;;\; Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$$

কোনো কোনো ধাতু নিষ্কাশনে কোক কয়লা বা কার্বন পরিহার করা আবশ্যক। এ ক্ষেত্রে বিজারকরূপে H_2, Fe বা Al ব্যবহার করা হয়।

$$WO_3(g) + 3H_2(g) \longrightarrow W(s) + 3H_2O(g)$$

অধিক সক্রিয় ধাতুসমূহকে এগুলোর গলিত লবণের তড়িৎবিশ্লেষণ করে ধাতু মুক্ত করা হয়। যেমন, Al, Na ইত্যাদি।

৫. ধাতু বিশোধন

ধাতুর আকরিকের সাথে শেষ পর্যন্ত কিছু খনিজমল থেকে যায়। এই খনিজমল দূর করার জন্য আকরিকের সাথে ফ্লাক্স বা বিগালক যোগ করা হয়। উচ্চ তাপমাত্রায় আকরিকের ধাতব অক্সাইড বিজারিত হয়ে ধাতু মুক্ত হয় এবং ফ্লাক্স খনিজমলের সাথে যুক্ত হয়ে ধাতুমল উৎপন্ন করে। ধাতুমল গলিত ধাতুতে দ্রবীভূত হয় না। অপেক্ষাকৃত হালকা বলে ধাতুমল সহজেই গলিত ধাতু থেকে পৃথক করা যায়। এ প্রক্রিয়াকে বিগলন বলে।

খনিজমলগুলো এসিড বা ক্ষার ধর্ম বিশিষ্ট হয়। এসিড ধর্ম বিশিষ্ট খনিজমল দূর করার জন্য ক্ষার ধর্ম বিশিষ্ট ফ্লাক্স এবং ক্ষার ধর্ম বিশিষ্ট খনিজমল দূর করার জন্য এসিড ধর্ম বিশিষ্ট ফ্লাক্স যোগ করা হয়। যেমন,

$$CaO + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3$$

ক্ষারকীয় ফ্লাক্স   এসিডিক খনিজমল   ক্যালসিয়াম সিলিকেট

$$MnO + SiO_2 \longrightarrow MnSiO_3$$

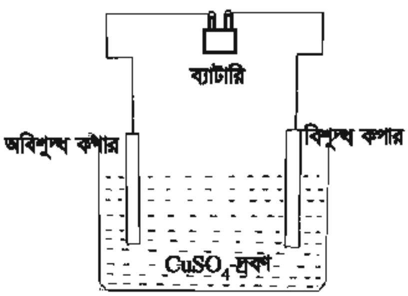
ক্ষারকীয় খনিজমল এসিডিক ফ্লাক্স   ম্যাঙ্গানিজ সিলিকেট

$$FeO(s) + SiO_2 \longrightarrow FeSiO_3$$

ক্ষারকীয় খনিজমল এসিডিক ফ্লাক্স   ফেরাস সিলিকেট

তড়িৎ বিশোধন:

বিগলন প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত ধাতুকে আরো বিশুদ্ধ করার জন্য তড়িৎ বিশোধন করা হয়। যেমন, বিগলন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন কপার বা তামা 98% বিশুদ্ধ হয়। একে তড়িৎবিশ্লেষণ করলে 99.9% বিশুদ্ধ কপার বা তামা পাওয়া যায়। তড়িৎ বিশ্লেষণে বিদ্যুৎ শক্তি ব্যবহার করে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংগঠন করা হয়। এতে অবিশুদ্ধ কপারের মোটা পাত তৈরি করে বিদ্যুৎ উৎসের ধনাত্মক প্রান্তের সাথে এবং বিশুদ্ধ কপারের একটি পাতলা পাত ঋণাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত করা হয়। কপার সালফেট দ্রবণ ও সালফিউরিক এসিডের মিশ্রণে পূর্ণ একটি ট্যাংক বা ট্যাবের মধ্যে দুটি পাতকেই ডোবানো হয়। এই দ্রবণের ভেতর দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ চালনা করলে অবিশুদ্ধ কপার দ্রবীভূত হয় এবং বিজারণ বিক্রিয়ায় বিশুদ্ধ কপার পাতলা পাতে জমা হয়।



চিত্র ১০.৮ : কপারের তড়িৎ বিশোধন

$$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$$

অবিশুদ্ধ কপারের অপদ্রব্যগুলো ট্যাংক বা ট্যাবের তলায় গাদ হিসেবে জমা হয়। এই গাদের মধ্যে প্রায় নিষ্ক্রিয় ধাতু যেমন স্বর্ণ ও রুপা থাকে যা পুনরুদ্ধার করা হয়। এই প্রক্রিয়ায় যথেষ্ট বিদ্যুৎ প্রয়োজন হয়।

অধিক সক্রিয় ধাতু যেমন লিথিয়াম, পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম, সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম এবং অ্যালুমিনিয়াম ধাতুর লবণ বা আকরিকের তড়িৎ বিশ্লেষণে ধাতু মুক্ত হয়। এ জন্য লবণ বা আকরিককে গলানোর প্রয়োজন হয়।

শিক্ষার্থীর কাজ :

১. সোডিয়াম ক্লোরাইডের গলনাংক 801 °C। সোডিয়াম ক্লোরাইড 40-42% এবং ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড 58-60% মিশ্রণের গলনাংক প্রায় 600 °C। উপর্যুক্ত বিষয়টি বিবেচনায় নিয়ে সোডিয়াম ধাতু নিষ্কাশনের একটি কৌশল বর্ণনা কর। এ জন্য যে বিষয়সমূহ তুমি বিবেচনা করবে তা হলো–

- বিগলনের খরচ
- মিশ্রণ ব্যবহার করলে সোডিয়াম ও ক্যালসিয়াম উভয় ধাতু একত্রে মুক্ত হবে কি না?
- বিক্রিয়ায় উৎপাদসমূহের পরিবেশ দূষণের বিষয়।

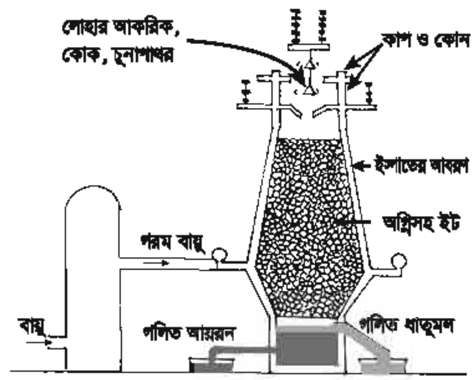
২. অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের গলনাংক 2050 °C। অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড এবং ক্রায়োলাইট Na_3AlF_6 মিশ্রণের গলনাংক 800-1000 °C এর মধ্যে। উপর্যুক্ত বিষয়টি বিবেচনায় নিয়ে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু নিষ্কাশনের একটি কৌশল বর্ণনা কর। এ জন্য যে বিষয়সমূহ তুমি বিবেচনা করবে তা হলো–

- বিগলনের খরচ
- মিশ্রণ ব্যবহার করলে সোডিয়াম ও অ্যালুমিনিয়াম উভয় ধাতু একত্রে মুক্ত হবে কি না?
- বিক্রিয়ায় উৎপাদসমূহের পরিবেশ দূষণের বিষয়।

৩. কপার নিষ্কাশনের সময় উপজাত গ্যাস পরিবেশের কী কী ক্ষতি করবে? এ ক্ষতি [এসিড বৃষ্টি] থেকে পরিত্রাণের উপায় ব্যাখ্যা কর। পরিবেশের ক্ষতি প্রতিরোধ করে এই উপজাত গ্যাসকে লাভজনক কাজে ব্যবহার উপায় সম্পর্কে তোমার মতামত দাও।

৪. চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

চুল্লিতে সংগঠিত সম্ভাব্য বিক্রিয়াসমূহ ভাষায় ও আণবিক সংকেতের সাহায্যে লিখ। [বিবেচনা করবে: আকরিকের সাথে খনিজমল হিসেবে সিলিকন ডাই অক্সাইড উপস্থিত আছে; বিক্রিয়ার উৎপাদ বিক্রিয়ায় উপস্থিত অন্যান্য বিক্রিয়ক বা উৎপাদের সাথে বিক্রিয়া করতে পারে।]



চিত্র ১০.৯ : বাত্যাচুল্লিতে আয়রন নিষ্কাশন

৫. টেবিলে উপস্থাপিত আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশনের সম্ভাব্য বিক্রিয়া টেবিলে উপস্থাপন কর। তোমার উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি মন্তব্য কলামে উপস্থাপন কর।

ধাতু	আকরিক	নিষ্কাশনের বিক্রিয়া	মন্তব্য
মার্কারি	সিন্নাবার HgS		
জিংক	জিংক ব্লেন্ড ZnS		
	ক্যালামাইন $ZnCO_3$		
লেড	গ্যালেনা PbS		
আয়রন	ম্যাগনেটাইট Fe_3O_4		
	হেমাটাইট Fe_2O_3		
	লিমোনাইট $Fe_2O_3.3H_2O$		
কপার	কপার পাইরাইট $CuFeS_2$		
	চেলকোসাইট Cu_2S		
অ্যালুমিনিয়াম	বক্সাইট $Al_2O_3.2H_2O$		
সোডিয়াম	সাগরের পানি $NaCl$		
ক্যালসিয়াম	চুনাপাথর $CaCO_3$		

১০.৮ নির্বাচিত সংকর ধাতু

মানুষ প্রথমে কপার ধাতু নিষ্কাশন করেছিল। সে সময় তারা গহনা, অস্ত্র এবং যন্ত্রপাতি তৈরিতে কপার ব্যবহার করত। সভ্যতার ইতিহাসে খ্রিস্টপূর্ব 5000 থেকে 3000 পর্যন্ত সময় কালকে তাম্র যুগ বলা হয়। কপার বা তামা নরম বিধায় তামা দিয়ে তৈরি অস্ত্র ও যন্ত্রপাতি বেশি কার্যকর ছিল না। কপারের সাথে সামান্য পরিমাণে ধাতব টিন মিশালে কপারের কাঠিন্য বহুলাংশে বৃদ্ধি পায়। এই মিশ্রণ আবিষ্কার ছিল যুগান্তকারী ঘটনা। কপার ও টিনের মিশ্রণে উৎপন্ন ধাতু সংকর হলো ব্রোঞ্জ। খ্রিস্টপূর্ব 3000 থেকে 1000 পর্যন্ত সময় কালকে ব্রোঞ্জ যুগ বলা হয়।

গলিত অবস্থায় একাধিক ধাতুকে মিশ্রিত করে ধাতু সংকর তৈরি করা হয়। ধাতু অপেক্ষা ধাতু সংকর অনেক বেশি ব্যবহার উপোযোগী। যেমন, ধাতব লোহা এবং অধাতু কার্বনের মিশ্রণ হলো স্টিল। এটিকে ধাতু সংকর হিসেবে বিবেচনা করা যায়। লোহা অপেক্ষা স্টিলের ব্যবহার উপোযোগিতা অনেক বেশি। এ ছাড়া লোহার সাথে কার্বন, নিকেল ও ক্রোমিয়াম মিশিয়ে মরিচাবিহীন ইস্পাত (স্টেইনলেস স্টিল)। নিকেল স্টিলের কাঠিন্য বৃদ্ধি করে এবং ক্রোমিয়াম মরিচা প্রতিরোধ করে। খাটি স্বর্ণ নরম বিধায় তার সাথে কপার অথবা রুপা মিশ্রিত সংকর, গহনা তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। নিচের টেবিলে কয়েকটি সংকর ধাতুর উপাদান ও ব্যবহার উল্লেখ করা হলো–

ধাতু সংকর	উপাদান ও সংযুক্তি	ব্যবহার
স্টিল	লোহা 99% কার্বন 01%	রেলের চাকা ও লাইন, ইঞ্জিন, জাহাজ, যানবাহন, ক্রেইন, যুদ্ধাস্ত্র, ছুরি, কাঁচি, ঘরির স্প্রিং, চুম্বক, কৃষিযন্ত্রপাতি ইত্যাদি।
মরিচাবিহীন ইস্পাত (স্টেইনলেস স্টিল)	লোহা 74% ক্রোমিয়াম 18% নিকেল ৮%	ছুরি, কাটাচামচ, পাকঘরের সিঙ্ক, রসায়ন শিল্পের বিক্রিয়া পাত্র, অস্ত্রোপচারের যন্ত্রপাতি ইত্যাদি।
পিতল (ব্রাস)	কপার 65% জিংক 35%	অলংকার, কলকব্জার বিয়ারিং, বৈদ্যুতিক সুইচ, দরজার হাতল, ডেগ পাতিল ইত্যাদি।
কাসা (ব্রোঞ্জ)	কপার 90% টিন 10%	ধাতু গলানো, যন্ত্রাংশ, থালা, গরাস ইত্যাদি।
ডুরালামিন	অ্যালুমিনিয়াম 95% কপার 04% ম্যাগনেসিয়াম, ম্যাঙ্গানিজ ও লোহা 0 1%	উড়োজাহাজের বডি, বাই সাইকেলের পার্টস ইত্যাদি
স্বর্ণ	24 ক্যারেট; 100% স্বর্ণ 21 ক্যারেট; 87.5% স্বর্ণ 12.5% কপার সহ অন্যান্য ধাতু 22 ক্যারেট; 91.67% স্বর্ণ, 8.33% কপার সহ অন্যান্য ধাতু	অলংকার তৈরিতে ব্যবহৃত হয়

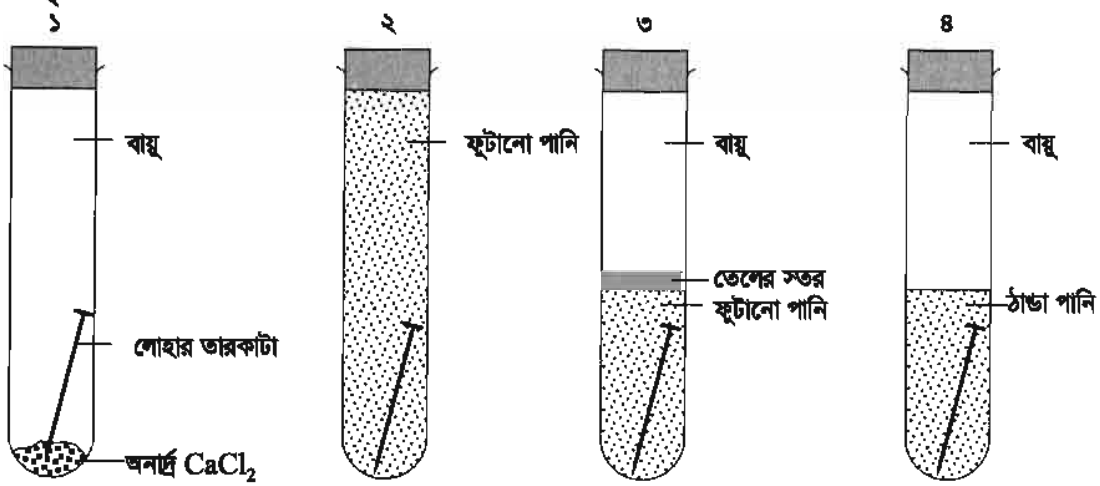
কতিপয় ধাতু ও সংকর ধাতুর ক্ষয় হওয়ার লক্ষণ ও কারণ

ধাতুর ক্ষয় হওয়ার সাধারণ পদ্ধতি হলো মরিচা পড়া। কোনো ধাতু বা ধাতু সংকর পরিবেশের উপাদান, যেমন– অক্সিজেন, পানি ইত্যাদির সাথে রাসায়নিক ক্রিয়ায় ক্ষয় হয়। এই ক্ষয় হওয়ার হার নির্ভর করে, ধাতুর সক্রিয়তার

উপর। সাধারণত সক্রিয় ধাতুসমূহ দ্রুত ক্ষয় হয়। নতুন তামার (কপারের) বর্ণ গোলাপী বা তামাটে। কিছুদিন রেখে দিলে কপারের বর্ণ বাদামি হয়ে যায়। কারণ, এর উপরে কপার অক্সাইডের আবরণ তৈরি হয়। তুমি নিশ্চয়ই তামা ও পিতলের তৈরি পাতিল (ডেগ) বা মসজিদ–মন্দিরের নক্‌শা দেখেছ। কিছুদিন পরিষ্কার না করা হলে এগুলোর গায়ে সবুজ বর্ণের তাম্রমলের আবরণ সৃষ্টি হয়। এটি এক প্রকার কপার লবণ। এর উপাদান পরিবেশের উপর নির্ভর করে। তাম্রমল সাধারণত কপার (II) কার্বনেট এবং কপার (II) হাইড্রক্সাইডের মিশ্রণ $[CuCO_3.Cu(OH)_2]$। তাম্রমল জৈব এসিডে দ্রবীভূত হয়। তাই জৈব এসিড সমৃদ্ধ ফল (তেঁতুল, কামরাঙ্গা) দ্বারা পিতলের তৈরি সামগ্রীকে পরিষ্কার করলে তাম্রমল দূরীভূত হয়ে সোনালি সৌন্দর্য ফিরে পায়। স্বর্ণ (Au) ও প্লাটিনাম (Pt) নিষ্ক্রিয়। হাজার বছরেও এগুলোর ক্ষয় হয় না।

লোহা বা স্টিল কিছুদিন রেখে দিলে এর উপর জং বা মরিচা ধরে। মরিচা হলো লালচে বাদামি বর্ণের ভঙ্গুর বস্তু। এটি মূলত আর্দ্র আয়রণ (II) অক্সাইড $[Fe_2O_3.nH_2O]$। লোহা বা স্টিলে মরিচা ধরার জন্য পানি ও অক্সিজেন দুটোই প্রয়োজন। এর একটিও যদি অনুপস্থিত থাকে তা হলে মরিচা ধরে না। মরিচা বিশ্বব্যাপী এক বড় সমস্যা। মরিচার কারণে লোহা বা স্টিলের তৈরি কাঠামো পরিবর্তনে প্রতি বছর সারা পৃথিবীতে প্রায় ১ বিলিয়ন আমেরিকান ডলার ব্যয় হয়।

মরিচা সৃষ্টির পরীক্ষা



(পানির দ্রবীভূত অক্সিজেন অপসারণের জন্য পানি ফুটানো হয়)

চিত্র ১০.১০ : লোহায় মরিচা সৃষ্টির পরীক্ষা

- চারটি টেস্টটিউব নাও এবং ১ থেকে ৪ নম্বর দিয়ে চিহ্নিত কর।
- টেস্টটিউবগুলোতে চিত্রের ন্যায় ব্যবস্থা কর।
- ৩নং টেস্টটিউবের পানিকে ১মিনিট ফুটিয়ে পানির উপর ১ মিলি রান্নার তেল বা অলিভ অয়েল যোগ কর। তেলের বাধার কারণে ভেতরে বায়ু প্রবেশ করতে পারবে না।

এভাবে টেস্টটিউবগুলোকে এক সপ্তাহ রেখে দাও এবং পর্যবেক্ষণ কর।

বি.দ্র. মরিচা প্রতিরোধে লোহার উপর গ্যালভানাইজিং করা হয়। ঢেউটিন নাম হয়েছে লোহার সিটের উপর জিংক ও টিন দিয়ে প্রলেপ দিয়ে (গ্যালভানাইজিং করে) এটি প্রস্তুত করা হতো বলে। উন্নত দেশে বৈদ্যুতিক পদ্ধতিতে লোহার সিটের উপর জিংক ও টিনের প্রলেপ দেওয়া হয়। একে ইলেক্ট্রোপ্লেটিং বলা হয়।

● তোমার জানামতে গ্যালভানাইজিং ব্যতীত আর কোন কোন পদ্ধতিতে মরিচা প্রতিরোধ করা হয়? পরীক্ষার পর্যবেক্ষণের ভিত্তিতে পদ্ধতিগুলোর কার্যকরিতা ব্যাখ্যা কর।

১০.৯ ধাতু পুনপ্রক্রিয়াজাতকরণ

পৃথিবীতে প্রতিটি মৌলিক পদার্থের অণুর সংখ্যা নির্দিষ্ট। নতুন করে কোনো মৌলিক পদার্থ সৃষ্টি করা সম্ভব নয়। সুতরাং প্রতিটি খনিজ পদার্থই অসীম নয় সসীম। বর্তমান হারে ধাতু ব্যবহার করতে থাকলে এ পর্যন্ত পৃথিবীতে আবিষ্কৃত ধাতুর খনিজ আগামী 120-150 বছরে শেষ হয়ে যাবে। সুতরাং স্বল্প মাত্রায় ধাতু আহরণ করলে তা বহুদিন ধরে পাওয়া যাবে। তাছাড়া ধাতুর পুনপ্রক্রিয়াজাতকরণ পরিবেশগত সমস্যার সমাধানে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এত অর্থ ও জ্বালানি সাশ্রয় হয়। অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশনে প্রয়োজনীয় জ্বালানির মাত্র 5% খরচ করে সমপরিমাণ অ্যালুমিনিয়াম ধাতু পুনপ্রক্রিয়াজাত করা যায়। প্রধানত অ্যালুমিনিয়াম, আয়রণ, কপার, জিংক, লেড ইত্যাদি পুনপ্রক্রিয়াজাতকরণ করা হয়। যুক্তরাষ্ট্রের ব্যবহৃত মোট কপারের 21% পুনপ্রক্রিয়াজাতকৃত। ইউরোপের ব্যবহৃত অ্যালুমিনিয়ামের 60% পুনপ্রক্রিয়াজাতকৃত। ড্রিংকস্ ক্যান, দুধের টিন, রান্নার হাড়ি পাতিল বিভিন্ন পরিত্যক্ত যন্ত্রাংশ, পরিত্যক্ত গাড়ির অংশ থেকে ধাতু পুনপ্রক্রিয়াকরণ করা যায়। ঔষধ কোম্পানির ট্যাবলেটে অ্যালুমিনিয়াম ধাতুর স্ট্রিপ থাকে। এগুলো পুনপ্রক্রিয়াজাত করে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু পাওয়া সম্ভব।

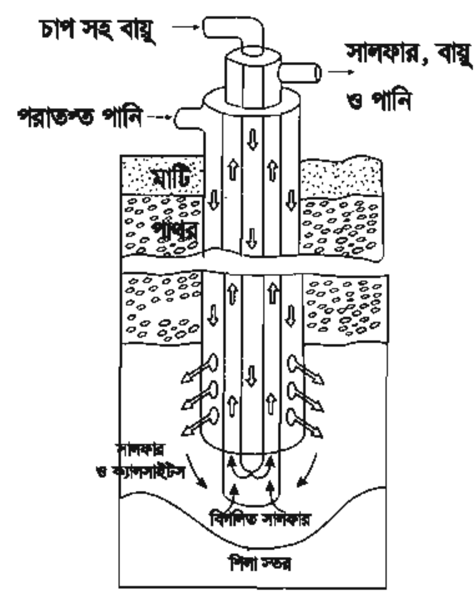
অ্যাসাইনমেন্ট: বর্জ্য ফেলার জায়গা, পরিবেশ সমস্যা ও আর্থিক বিষয় বিবেচনায় তোমার নিজের এলাকায় কোন কোন ধাতু পুনপ্রক্রিয়াজতকরণ লাভজনক তা অনুসন্ধান কর। বর্জ্য কীভাবে বিন্যস্ত করলে পুনপ্রক্রিয়াজাতকরণ সহজ হবে।

১০.১০ খনিজ অধাতু

প্রাকৃতিক খনিজসমূহ থেকে কেবল ধাতুই নয় অধাতুসমূহও পাওয়া যায়। কার্বনের খনিজ কয়লা, সিলিকনের খনিজ সিলিকা, ফসফরাসের খনিজ ফসফেট এবং সালফারের খনিজ অন্যতম। খনিজ পদার্থ জীবাশ্ম অধ্যায়ের সাথে বেশি সম্পর্কযুক্ত বিধায় কার্বনকে সেখানে আলোচনা করা হয়েছে। গুরুত্ব বিবেচনায় এখানে শুধু সালফার খনিজ বিষয়ে আলোচনা করা হলো।

ক. সালফার :

প্রকৃতিতে একে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় বলে একে খনি থেকে সরাসরি আহরণ করা হয়। সালফারের খনি মাটির অনেক গভীরে থাকে। খনি থেকে আহরণের জন্য তিনটি এককেন্দ্রিক নল সালফার স্তরের গভীরে প্রবেশ করানো হয়। সর্ববহিঃস্থ নল দিয়ে উচ্চ চাপে 180°C তাপমাত্রায় জলীয়বাষ্প প্রবেশ করানো হয়। সালফারের গলনাংক 119°C ফলে সালফার জলীয়বাষ্পের সংস্পর্শে গলে যায়। কেন্দ্রীয় নলটি দিয়ে উচ্চ চাপে গরম বায়ু প্রবেশ করানো হয়। চাপের প্রভাবে গলিত সালফার মাঝখানের নলটি দিয়ে বেরিয়ে আসে। একে ফ্রাশ পদ্ধতি বলা হয়।



চিত্র ১০.১১ : ফ্রাশ পদ্ধতিতে সালফার উত্তোলন

সালফারের ব্যবহার

সালফার অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ মৌল। রসায়ন শিল্পের প্রধান কাচামাল সালফিউরিক এসিড সালফার থেকে প্রস্তুত করা হয়। রাবার ভলকানাজিং, সালফাড্রাগ, দিয়াশলাই, বারুদ ও ফটোগ্রাফিতে ব্যবহৃত হাইপোসহ বিভিন্ন আবশ্যকীয় যৌগ প্রস্তুতিতে সালফার ব্যবহৃত হয়।

সালফারের যৌগ : সালফারের কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ যৌগ নিচে আলোচনা করা হলো।

খ. সালফার ডাই অক্সাইড:

সালফার–ডাই–অক্সাইড অত্যন্ত সুস্থিত যৌগ। সালফারকে বায়ুর অক্সিজেনের উপস্থিতিতে পোড়ালে সালফার ডাই অক্সাইড পাওয়া যায়।

$$S(s) \quad + \quad O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$$

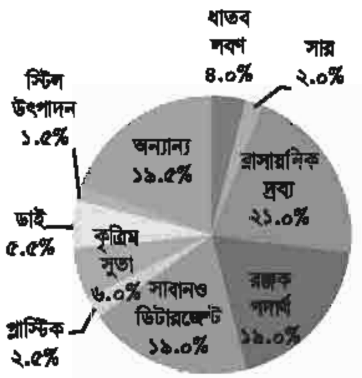
ঝাঝালো গন্ধযুক্ত সালফার–ডাই–অক্সাইড অত্যন্ত বিষাক্ত গ্যাস। সালফার যুক্ত কয়লা, অপরিশোধিত পেট্রোলিয়াম তেল অক্সিজেনে পোড়ালে সালফার–ডাই–অক্সাইড উৎপন্ন হয়। পানির সাথে যুক্ত হয়ে এটি সালফিউরাস এসিড উৎপন্ন করে।

$$SO_2(g) \quad + \quad H_2O(l) \longrightarrow H_2SO_3(aq)$$

এই গ্যাস এসিড বৃষ্টির অন্যতম কারণ। এটি একটি প্রধান বায়ু দুষক পদার্থ। এরপরেও সালফার ডাই অক্সাইড অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ যৌগ। এর প্রধান ব্যবহার সালফিউরিক এসিড উৎপাদনে। তাছাড়া এটি জীবাণু ও কীটনাশক হিসেবে, বিরঞ্জক হিসেবে এবং ফলমূলের পচন রোধে ব্যবহৃত হয়। পিঁয়াজে রয়েছে সালফারের প্রোপাইল যৌগ। পিঁয়াজ কাটার সময় এই যৌগ বিযোজিত হয়ে সালফার ডাই অক্সাইড (SO_2) উৎপন্ন করে যাহা চোখের পানির সংস্পর্শে সালফিউরাস এসিডে (H_2SO_3) পরিণত হয় এবং চোখে জ্বালা করে।

গ. সালফিউরিক এসিড:

সালফিউরিক এসিড সকল রাসায়নিক দ্রব্যের মধ্যে সবচেয়ে বেশি পরিমাণে উৎপাদন ও ব্যবহৃত হয় সালফিউরিক এসিড। একটি দেশে সালফিউরিক এসিড উৎপাদন ও ব্যবহারের পরিমাণকে ঐ দেশের অর্থনৈতিক স্থিতিশীলতা বা শিল্পায়নের মানদন্ড হিসেবে বিবেচনা করা হয়। প্রতি বছর বিশ্বব্যাপী কয়েক মিলিয়ন টন সালফিউরিক এসিড উৎপাদন করা হয়। এই এসিড বহু দ্রব্য উৎপাদনে কাচামাল হিসেবে ব্যবহার করা হয়।



সালফিউরিক এসিড উৎপাদনে স্পর্শ পদ্ধতি

সাধারণ অবস্থায় সালফার ডাই অক্সাইড বাতাসের অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয় না। স্পর্শ চেম্বারে 400–450°C তাপমাত্রায় প্লাটিনাম চূর্ণ বা ভ্যানাডিয়াম পেন্টাঅক্সাইড প্রভাবকের উপস্থিতিতে অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়ে সালফার ট্রাই অক্সাইড উৎপন্ন করে।

$$2SO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{440\text{-}500^{O}C,\ Pt/V_2O_5} 2SO_3(g), \ \Delta H = -197\ kJmol^{-1}$$

এটি একটি উভমুখী বিক্রিয়া। লা শাতেলিয় নীতি ব্যবহার করে এই বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় SO_3 এর পরিমাণ বৃদ্ধি করা যায়। সম্মুখাভিমুখী বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী। সুতরাং বিক্রিয়া তাপ বেশি হলে

উৎপাদ বেশি হবে। এখানে 450 °C অত্যানুকুল তাপমাত্রা। এ তাপমাত্রায় অর্থনৈতিকভাবে লাভজনক পরিমাণে SO_3 উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়াটিতে বাম থেকে ডান দিকে অণুর সংখ্যা কম। উচ্চ চাপ এই বিক্রিয়ার জন্য অনুকূল হলেও বিক্রিয়াটি স্বাভাবিক বায়ু চাপে সংগঠিত করা হয়। এতে প্রায় 96% সালফার ডাই অক্সাইড ও অক্সিজেন সালফার ট্রাই অক্সাইডে পরিণত হয়। সম্মুখাভিমুখী বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপ বিক্রিয়ক গ্যাসকে উত্তপ্ত করে। এতে তাপশক্তি অর্থাৎ অর্থের সাশ্রয় হয়।

সালফার ট্রাই অক্সাইডের সাথে পানি যোগ করা হলে সালফিউরিক এসিড উৎপন্ন হয়। কিন্তু এ ক্ষেত্রে সমস্যা হলো সালফার ট্রাই অক্সাইড বাতাসের জলীয়বাষ্পের সাথে যুক্ত হয়ে সালফিউরিক এসিডের ঘন কুয়াশা সৃষ্টি করে, যা ঘনীভূত করা অত্যন্ত কঠিন।

$$SO_3(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_2SO_4(l)$$

তাই SO_3 কে 98% H_2SO_4 এ শোষণ করে ধূমায়মান (fuming) সালফিউরিক এসিড উৎপন্ন করা হয়। ধূমায়মান সালফিউরিক এসিডকে ওলিয়াম বলা হয়। ওলিয়ামকে পানির সাথে মিশ্রিত করে প্রয়োজনমত লঘু করা হয়।

$$H_2SO_4(l) + SO_3(g) \longrightarrow H_2S_2O_7(l)$$

বিশুদ্ধ সালফিউরিক এসিড ঘন তৈলাক্ত তরল পদার্থ যা পানিতে সকল অনুপাতে মিশ্রণীয়। সালফিউরিক এসিডে পানি যোগ করলে প্রচুর তাপ সৃষ্টি করে ও বিস্ফোরিত হয়। এ জন্য ক্রমাগত নাড়ানো অবস্থায় পানিতে ফোঁটায় ফোঁটায় সালফিউরিক এসিড যোগ করে লঘু করা হয়। লঘুকরণ পাত্র বেশি গরম হয়ে গেলে এসিড মেশানো বন্ধ রাখতে হয় এবং ঠান্ডা হলে পুনরায় যোগ করা হয়। এসিড লঘুকরণ পাত্রকে ঠান্ডা পানির উপর রাখলে পাত্র কম গরম হয়।

$$H_2S_2O_7(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons 2H_2SO_4(l)$$

সালফিউরিক এসিড; এসিড, জারক ও নিরুদক হিসেবে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশ নেয়।

শিক্ষার্থীর কাজ :

- একটি টেস্টটিউবে 2-3 mL চুনের পানি নিয়ে এতে কয়েক ফোঁটা লঘু সালফিউরিক এসিড যোগ কর। ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ কর। পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা কর এবং সম্ভাব্য বিক্রিয়াটি লেখ।
- একটি টেস্টটিউবে এক চিমটি পটাসিয়াম আয়োডাইড KI নিয়ে এতে কয়েক ফোঁটা ঘন সালফিউরিক এসিড যোগ কর। ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ কর। পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা কর এবং সম্ভাব্য বিক্রিয়াটি লেখ।
- একটি টেস্টটিউবে এক চা চামচ চিনি নিয়ে এতে কয়েক ফোঁটা ঘন সালফিউরিক এসিড যোগ কর। ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ কর। পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা কর এবং সম্ভাব্য বিক্রিয়াটি লেখ। এই পরীক্ষাটি সাবধানে করতে হবে।
- উপরের পরীক্ষা তিনটির কোনটিতে সালফিউরিক এসিডের কোন ধর্ম (এসিড, জারক ও নিরুদক) প্রকাশ করে তা ব্যাখ্যা কর।
- সালফিউরিক এসিডের ব্যবহার প্রকাশকারী পাই চার্টের তথ্যের ভিত্তিতে বাংলাদেশে সালফিউরিক এসিডের অর্থনৈতিক গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর।

অনুশীলনী

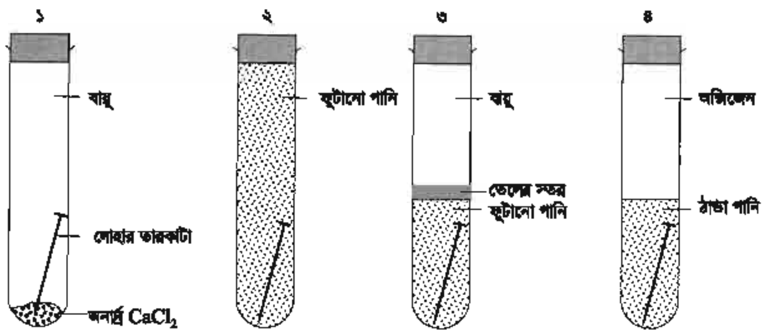
বহুনির্বাচনি প্রশ্ন:

১. টেবিলের কোন রেকর্ডটি সাধারণত ধাতুর বৈশিষ্ট্য প্রকাশ করে?

	গলনাংক	স্ফুটনাংক	ঘনত্ব		গলনাংক	স্ফুটনাংক	ঘনত্ব
ক.	1539	2887	7.86	খ.	- 219	183	.002
গ.	- 113	45	0.79	ঘ.	117	444	1.96

উদ্দীপক থেকে ২ ও ৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও

একদল শিক্ষার্থী মরিচার অনুসন্ধান করছিল। তারা বাম থেকে ক্রমান্বয়ে চারটি টেস্টটিউবে চারটি লোহার পেরেক রাখল এবং নিচের চিত্রানুযায়ী ব্যবস্থা নিল।



২. কোন টেস্টটিউবটিতে সবচেয়ে বেশি মরিচা ধরবে?

ক. প্রথম খ. দ্বিতীয়

গ. তৃতীয় ঘ. চতুর্থ

৩. পরীক্ষাটির ভিত্তিতে যে সিদ্ধান্তসমূহ গ্রহণ করা যায়–

i. মরিচা ধরার জন্য অক্সিজেন আবশ্যক

ii. লবণ প্রভাবক হিসেবে কাজ করছে

iii. কেবল অক্সিজেন উপস্থিত থাকলেই মরিচা ধরে না

নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i ও ii খ. ii ও iii

গ. i ও iii ঘ. i, ii ও iii

৪. গিনি সোনার কোন নমুনাটি সর্বোচ্চ দৃঢ়?

ক. 18 ক্যারেট খ. 21 ক্যারেট

গ. 22 ক্যারেট ঘ. 24 ক্যারেট

৫. লঘুকরণে পানিতে ফোঁটায় ফোঁটায় সালফিউরিক এসিড যোগ করার কারণ সালফিউরিক এসিড–

i. এর হাইড্রেশন তাপ অত্যাধিক

ii. একটি বিস্ফারকীয় এসিড

iii. ক্ষয়কারক পদার্থ

নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i　　　　খ. i ও ii

গ. ii ও iii　　　　ঘ. i, ii ও iii

৬. SO_3 কে 98% সালফিউরিক এসিডে শোষণ করে পানি যোগে প্রয়োজনমত লঘু করা হয়, কারণ সালফিউরিক এসিড–

i. জলীয়বাষ্পের সাথে ঘণ কুয়াশা সৃষ্টি করে

ii. পানি যোগে প্রচুর তাপ নির্গত করে

iii. একটি নিরুদক পদার্থ

নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i　　　　খ. i ও ii

গ. ii ও iii　　　　ঘ. i, ii ও iii

সৃজনশীল প্রশ্ন:

১. ক্যালামাইনের তাপজারণে উৎপন্ন ZnO কে চিত্রের ন্যায় রিটর্টে নিয়ে জিংক ধাতু আহরণ করা হয়। উৎপন্ন ধাতুকে তড়িৎ বিশ্লেষণের সাহায্যে আরো বিশুদ্ধ করা হয়।



ক. ক্যালামাইনের রাসায়নিক সংকেত লিখ।

খ. তাপজারণের ব্যাখ্যা দাও।

গ. রিটর্টে সংঘটিত মূল বিক্রিয়াটি ব্যাখ্যা কর।

ঘ. কেবল তড়িৎ বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় ধাতু নিষ্কাশন না করে তিন ধাপে করা হলো কেন? মূল্যায়ন কর।

২. একটি খনিতে বক্সাইট ও ক্যালামাইন মিশ্রিত কিছু খনিজের অস্তিত্ব পাওয়া গেল। ড. টমাসের নেতৃত্বে একদল রসায়নবিদ উক্ত খনিজ থেকে দু'টি ভিন্ন পদ্ধতিতে ধাতু দু'টি নিষ্কাশন করলেন।

ক. খনিজ কাকে বলে?

খ. "সকল খনিজই আকরিক নয়" ব্যাখ্যা কর।

গ. দ্বিতীয় আকরিকটির বিয়োজনে প্রাপ্ত অক্সাইডদ্বয়ের প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর।

ঘ. ভিন্ন পদ্ধতিতে ধাতু দু'টি নিষ্কাশনের কারণ যুক্তিসহ লিখ।